

A kalcium szerepe az ionfelvételben, különös tekintettel a Viets-hatásra

Simon Mária

JATE Növényélettani és Mikrobiológiai Tanszék

A kalcium-ionok tápanyagfelvételre gyakorolt kedvező hatására Viets már 1944-ben felfigyelt és elsőnek állapította meg, hogy Ca-ionok jelenlétében fokozódik a kálium felvétel. Az irodalomban ezt a hatást azóta is általában Viets-hatásnak nevezik. A későbbiek során kiderült, hogy ez a jelenség más ionokkal kapcsolatban is tapasztalható, amiből egy általánosan érvényes törvényszerűségeire lehetett gondolni. /Hooymans 1964, Marschner és Günther 1964/. A tanszékeken végzett újabb kutatási eredmények azonban azt mutatták, hogy a Ca-ionok hatása korántsem ilyen egyértelmű. Megállapítást nyert, hogy pl. a foszfát ionok felvétele kalcium jelenlétében csak magasabb 20°C körüli/hőmérsékleten fokozódik, míg közepes 10°C / és alacsony 0°C / hőmérsékleten már nem tapasztalható az ún. Viets-hatás. A K/Rb/-ionok felvételével kapcsolatban Zsoldos /1968/ ugyancsak a klasszikus Viets-hatástól eltérő eredményeket kapott. Ezek a kísérleti eredmények szolgáltatták az indítékot arra, hogy különböző hőmérsékleten további tanulmányokat végezzünk a Ca-ionok hatásával kapcsolatban. Ennek során foglalkoztunk a K/Rb/-ionok és más /egy és kétértékű/ kationok között lehetséges kölcsönhatásokkal is. Eredményeinkről az alábbiakban számolunk be.

Anyagok és módszerek

Kísérleteinkhez vizkultúrában nevelt fiatal rizs /Dunghan Shali/ és cirok /Szarvasi-29/ növényeket használtunk fel. A növények kezdetben csapvizben, illetve 5×10^{-4} mólus CaSO_4 oldatban fénytermosztátban fejlődtek, majd a későbbiek során a kísérleti célkitűzéseknek meg-

felelősen meghatározott összetételű táp- /abszorpciós/ oldatba kerültek. Ionfelvételi vizsgálatainkat általában 5-8 napos intakt növényekkel, vagy excizált gyökerekkel végeztük. A felvételi kísérletek megkezdése előtt a gyökök 15 percig ionmentes vízben álltak, majd időgörbe készítése céljából az un. abszorpciós oldatba kerültek, mely literenként 15-20 μCi rádióaktív anyagot tartalmazott. A meghatározott molaritású KCl abszorpciós oldat pH értéke 6,1-6,3 között ingadozott. Nyomjelzőként Rb^{86} izotópot használtunk, amely rövid időtartamu kálium felvételi vizsgálatoknál meglehetősen általános. A radioaktív oldatból 10 percenként vettünk mintát és desztillált vízzel történő háromszori lemosás, majd szárítás után aluminium tálcákba helyezve mértük a gyökök rádióaktivitását. Eredményeinket $\mu\text{mol/g}$ szárazsúlyra vonatkoztatva közöljük. Mivel eredetileg időgörbét készítettünk, melyek jól szemléltetik az összefüggéseket és tendenciákat, ezért táblázatainkban mellőzzük a szokásos statisztikai mérőszámok ismertetését.

Eredmények és az eredmények értékelése

Az 1. táblázat a kalcium ionok K/Rb / felvételére gyakorolt hatását mutatja be.

1. táblázat. Rizsgyökök K/Rb -ion felvétele 10^{-3} mólos $\text{K/RL}^{86}\text{/Cl}$ oldatból különböző hőmérsékleten 10^{-3} mólos CaCl_2 jelenlétében és hiányában

| Idő /perc/ | $\mu\text{mol K/g szárazsúly}$ | | | | | |
|---------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 2 C° | | 9 C° | | 22 C° | |
| | - Ca^{++} | + Ca^{++} | - Ca^{++} | + Ca^{++} | - Ca^{++} | + Ca^{++} |
| 10 | 10,00 | 6,00 | 10,29 | 9,2 | 10,5 | 10,7 |
| 20 | 17,06 | 9,25 | 11,15 | 13,4 | 16,0 | 17,1 |
| 30 | 18,1 | 10,3 | 22,1 | 17,3 | 26,0 | 29,3 |
| 40 | 20,2 | 12,0 | 27,05 | 23,06 | 31,4 | 35,5 |
| 50 | 22,05 | 13,1 | 32,2 | 28,1 | 35,0 | 40,9 |
| 60 | 24,1 | 14,00 | 36,5 | 31,5 | 40,5 | 49,3 |

Az adatok jól szemléltetik, hogy a Viets-hatás csak magasabb hőmérsékleten /22 C°-on/ tapasztalható, ugyanakkor közepes /9 C°/ és alacsony /2 C°/ hőmérsékleten ez a hatás elmarad, sőt bizonyos gátlás mutatkozik.

2. táblázat. Cirok gyökerek K/Rb/-ion felvétele 5×10^{-4} mólos K/Rb⁸⁶/Cl oldatból különböző 10^{-3} mólos koncentrációju kétértékű kationok jelenlétében. Az abszorpció oldat hőmérséklete 2 C° volt.

| Idő | μmol K/g szárazsúly | | | | |
|-----|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Kontrol | Mn ⁺⁺ | Ba ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Sr ⁺⁺ |
| 10 | 6,0 | 1,2 | 6,0 | 3,51 | 3,67 |
| 20 | 8,64 | 2,51 | 7,23 | 5,72 | 5,38 |
| 30 | 11,55 | 2,2 | 9,00 | 7,31 | 6,22 |
| 40 | 12,3 | 2,7 | 10,2 | 7,3 | 6,87 |
| 50 | 13,2 | 3,8 | 10,1 | 8,1 | 8,3 |

További kísérleteink során különböző kétértékű kationok K/Rb/-ion felvételre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Mivel irodalmi adatok szerint a Viets-hatást más ionok is képesek előidézni /Jacobson és Moore 1961, Marschner 1964/, ezért elsősorban az alacsony hőmérséklet hatásaival foglalkoztunk. Eredményeinket a 2. és 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat. Cirok gyökerek K/Rb/-ion felvétele 5×10^{-4} mólos K/Rb⁸⁶/Cl oldatból különböző 10^{-3} mólos koncentrációju kétértékű kationok jelenlétében, 10 C°-on.

| idő /perc/ | μmol K/g szárazsúly | | | | |
|---------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Kontrol | Mn ⁺⁺ | Ba ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Sr ⁺⁺ |
| 10 | 4,00 | 3,12 | 10 | 3,5 | 3,4 |
| 20 | 6,1 | 5,65 | 13 | 4,9 | 4,25 |
| 30 | 7,25 | 4,86 | 19,65 | 6,6 | 6,0 |
| 40 | 9,0 | 7,23 | 23,1 | 7,81 | 8,05 |
| 50 | 9,98 | 9,81 | 28,00 | 9,3 | 9,5 |

Az adatokból megállapítható, hogy mindkét hőmérsékleten /2 C° és 10 C°-on/ csökken a cirok gyökerek K/Rb/-ion felvétele, ami azt bizonyítja, hogy a táblázatban szereplő kationokkal kapcsolatban is számolnunk kell a hőmérséklet Viets-hatást befolyásoló szerepével.

4. táblázat. Rizsgyökerek K/Rb/-ion felvétele 5×10^{-4} mólos K/Rb⁸⁶/Cl oldatból különböző 10^{-3} mólos koncentrációjú egyértékű kationok jelenlétében. Az abszorpciós oldat hőmérséklete 1 C° volt.

| Idő /perc/ | μmol K/g szárazsúly | | | | |
|---------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| | Kontrol | Na ⁺ | Cs ⁺ | Li ⁺ | NH ₄ ⁺ |
| 10 | 14,55 | 9,25 | 8,25 | 7,25 | 5,3 |
| 20 | 26,3 | 15,3 | 12,9 | 11,4 | 8,6 |
| 30 | 32,25 | 18,4 | 16,3 | 14,6 | 12,8 |
| 40 | 36,3 | 19,2 | 17,5 | 17,43 | 15,43 |
| 50 | 40,1 | 23,6 | 21,65 | 20 | 17,6 |

Végezetül - elsősorban alacsony és közepes hőmérsékleten - néhány egyértékű ion rizsgyökerek /K/Rb/ felvételére gyakorolt kölcsönhatásával foglalkoztunk. Eredményeinket a 4. és 5. táblázat mutatja be.

5. táblázat. Rizsgyökerek K/Rb/-ion felvétele 5×10^{-4} mólos K/Rb⁸⁶/Cl oldatból különböző 10^{-3} mólos koncentrációjú egyértékű kationok jelenlétében 8 C°-nál.

| Idő /perc/ | μmol K/g szárazsúly | | | | |
|---------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| | Kontrol | Na ⁺ | Cs ⁺ | Li ⁺ | NH ₄ ⁺ |
| 10 | 10 | 6,51 | 5,62 | 5,57 | 4,23 |
| 20 | 16,5 | 9,5 | 9,13 | 7,05 | 6,32 |
| 30 | 17,29 | 13,1 | 13,5 | 9,8 | 7,76 |
| 40 | 20,87 | 16,2 | 14,5 | 12,6 | 8,76 |
| 50 | 23,53 | 18,05 | 16,5 | 13,7 | 9,24 |

jelenlétében ugyancsak számolni kell bizonyos gátló hatással, ami nem meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy az említett ionokkal kapcsolatban ismertek bizonyos kölcsönhatások és ez úgy látszik alacsony és közepes hőmérsékleti értékeknél is megmarad.

Eredményeinket összefoglalva megállapítható, hogy kísérleti körülményeink között a Viets-hatás csak magasabb hőmérsékleten tapasztalható, míg közepes és alacsony hőmérsékleten a felvétel csökken. A különböző egy- és kétértékű ionok hatása bizonyos tekintetben megegyezik a kalcium /Viets/ hatással, azonban a hatásmechanizmussal kapcsolatban még több kérdés nem tisztázott.

A kalcium ionok hatásmechanizmusára vonatkozóan is, amely pedig az egyik legjobban tanulmányozott kérdések közé tartozik, sokféle elképzelés van. Egyrészt feltételezik, hogy ún. barriert képeznek a sejtmembránon a sejtfal negatív töltésének leárnyékolásával és ezáltal fejtik ki bizonyos körülmények között az ionfelvételt gátló hatásukat. Másrészt jól ismert a Ca-ionok membránpermeabilitást csökkentő hatása is. Mivel az ionok felvétele csakis a membránon keresztül történhet ezért a Ca-ionok, amelyek a membránstruktúra megőrzésében ugyancsak nélkülözhetetlenek, ennek megfelelően közvetve vagy közvetlenül befolyásolják a felvételt. Mengel és Helal hipotézise szerint pl. az ionfelvételre gyakorolt hatás a membránpórusokkal hozható kapcsolatba. Alacsony hőmérsékleten, ahol bizonyos körülmények között kalcium hiányában a passzív ionfelvétel az uralkodó, a netto felvétel csökkenés a membránpórusok Ca-ionok hatására bekövetkezett "leszűkülésével" is magyarázható.

IRODALOM

1. Cseh, E., Böszörményi, Z.: Bot.Közl, 53: 225, 1966.
2. Hooymans, L., Moore, D.P., Hannapel, R.J.: Plant
Physiol. 35: 352, 1960.
3. Jacobsnn, L., Hannapel, R.J., Shaedle, M.: Plant, Physiol.
39. 288, 1961.
4. Marschner, H.: Z.Pflanzenern, Düng. Bodenk, 107: 19,
1964.
5. Marschner, H., Günther, L.: Z.Pflanzenphysiol. 57: 223,
1964.
6. Mengel, K., Helal, M.: Z.Pflanzenphysiol. 107: 118, 1966.
7. Viets, F.G.: Plant, Physiol. 19: 466, 1944.
8. Zsoldos, F.: Agrokémia és Talajtan, 16: 653, 1967.
9. Zsoldos, F.: Z.Pflanzenern. und Bodenk. 119: 169, 1968.
10. Zsoldos, F.: Z. Pflanzenphysiol. 60: 1, 1968.